



Módulo

Electricidad y Riesgos Eléctricos

Guía de Estudio Personalizado

I. Propósito del Módulo:

Entregar a los alumnos definiciones y conceptos relacionados con la Electricidad, y junto con ello algunos procedimientos básicos y recomendaciones respecto del trabajo bomberil que involucre cables, equipos o dispositivos energizados.

II. Objetivo de desempeño Conceptual:

Al finalizar el módulo, el alumno será capaz de:

Definir diversos conceptos asociados a la Electricidad, mencionando los peligros que presenta y las lesiones que puede causar en el ser humano, indicando además los procedimientos y recomendaciones que debe tener el personal de bomberos al efectuar trabajos en la emergencia que involucre cables, equipos o dispositivos energizados.

III. Objetivos de Capacitación

A medida que el alumno desarrolle las actividades de este módulo, será ser capaz de:

- Definir Electricidad, corriente eléctrica, intensidad de corriente, resistencia eléctrica, tensión y otros conceptos comúnmente empleados y relacionados con el fenómeno eléctrico.
- Diferenciar entre corriente continua y alterna, ejemplificando su uso.



- Nombrar los peligros que presenta la electricidad y las lesiones que produce en el cuerpo humano.
- Nombrar y describir los accidentes eléctricos más comunes que pueden producirse en una instalación.
- Nombrar y describir las formas en que se puede interrumpir el paso de la corriente eléctrica hacia una casa, local comercial, fábrica o, industria.
- Enumerar las precauciones que debe tener en cuenta un Bombero que trabaja en la emergencia, al encontrarse con cables, equipos o dispositivos energizados.

IV. Contenidos

1. Definiciones.
2. Sistemas eléctricos.
3. Peligros que presenta la electricidad y lesiones que produce en el cuerpo humano.
4. Accidentes eléctricos.
5. Protección contra accidentes eléctricos.
6. Corte de energía eléctrica.
7. Algunas preguntas relativas a la electricidad y sus respuestas.

V. Desarrollo de contenidos

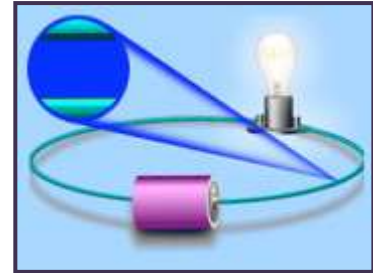
1. Definiciones

- a. Electricidad: Forma en que se manifiesta la energía, que se presenta en reposo (electricidad estática) o en movimiento (corriente eléctrica).

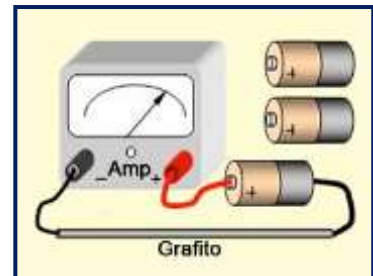


La primera, mediante la atracción o repulsión entre las partes de la materia, propiedad que establece la existencia de electrones —con carga negativa—, o protones —con carga positiva—, y la segunda relacionada por el movimiento de las cargas negativas —flujo de electrones o corriente eléctrica— a través de algún material conductor.

- b. Corriente Eléctrica: Movimiento de cargas eléctricas (electrones libres) a través de un material, pudiendo ser continua o alterna.



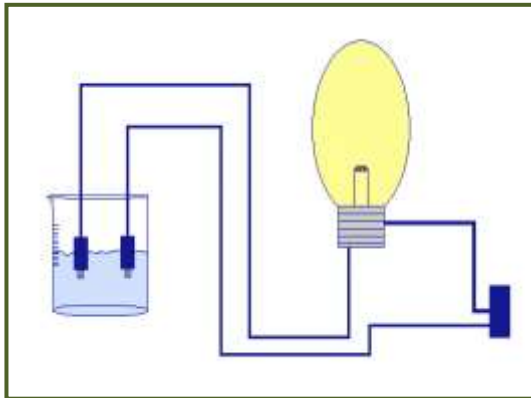
- c. Intensidad de Corriente: Cantidad de cargas eléctricas (electrones) que pasan por una sección transversal de un conductor en un tiempo determinado. Normalmente se representa con la letra “I” y tiene como unidad básica de medida el Amper. El instrumento que mide Intensidad de Corriente se denomina Amperímetro.



- d. Conductor Eléctrico: Material, generalmente alambre o cable, a través del cual circula la corriente eléctrica. Los mejores conductores de la electricidad son los metales, destacándose el oro, la plata, el cobre y el aluminio.

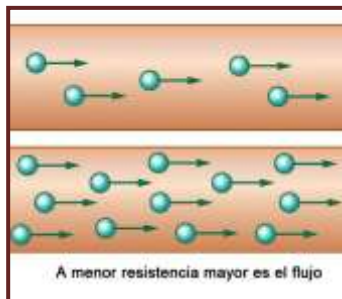


- e. Conductibilidad Eléctrica: Se relaciona con la cantidad de corriente que puede circular por un conductor sin que se corte o se queme.



Los electrones al circular por un conductor generan roce con otras partículas componentes de dicho conductor, produciéndose calor; dependiendo de la resistencia de éste se puede llegar a la incandescencia, generando además de calor, luz. Por lo tanto, de acuerdo al material habrá mayor o menor conductividad, la que estará dada por la resistencia que ofrece el conductor al paso de la corriente.

De acuerdo a lo anterior y a lo establecido en la letra “c.” es posible indicar que la plata posee mejor conductividad que el cobre, y el cobre mejor conductividad que el aluminio.

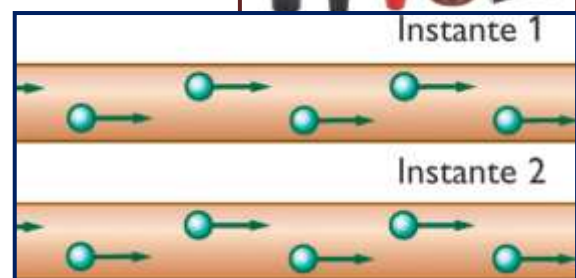


Considerando lo anterior, si comparan 2 conductores, uno de plata y otro de cobre de igual diámetro (misma sección transversal), el primero generará menor resistencia que el segundo ante igual intensidad de corriente circulando por ellos; por consiguiente generará menos calor el conductor de plata que el de cobre.

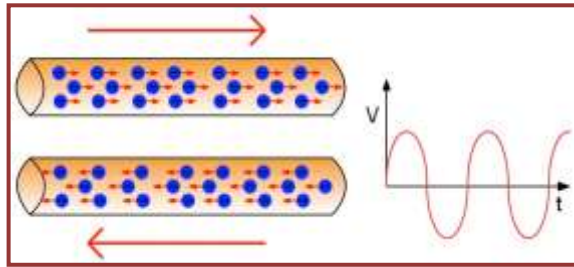
- f. Aislador Eléctrico: También llamado dieléctrico, es un material que ofrece resistencia al paso de la corriente eléctrica. Son aisladores de la corriente eléctrica la goma, cerámica, plástico, vidrio, etc.



- g. Corriente Continua: La que circula por un conductor o circuito como un flujo continuo de electrones, en una sola dirección, desde el polo negativo la fuente de energía hacia el polo positivo. La corriente continua es generada principalmente por las pilas y las baterías.

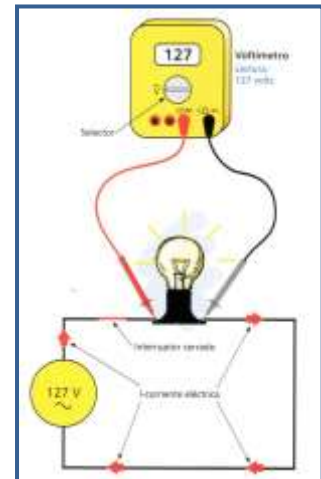


- h. Corriente Alterna: Aquella que va alternando su circulación hacia el polo positivo y negativo varias veces por segundo, en lo que se llama ciclos. En todo caso, aunque se produzca un constante cambio de polaridad, la corriente alterna siempre fluirá, al igual que la continua, desde el polo negativo al positivo



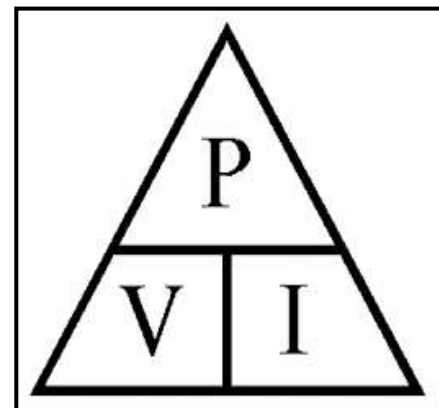
En Chile, la alternancia es de 50 ciclos por segundo o 50 Hertz (Hz). La corriente alterna se produce a través de generadores o alternadores en plantas hidroeléctricas, termoeléctricas o centrales nucleares.

- i. Resistencia Eléctrica: Oposición que pone un conductor o material al paso de la corriente eléctrica. La resistencia eléctrica se representa con la letra “R” y su unidad básica de medida es el Ohm (Ω). El instrumento que mide Resistencia Eléctrica se denomina Ohmmetro.
- j. Tensión Eléctrica: También llamado “Voltaje” corresponde a la diferencia de potencial entre dos puntos, permitiendo que la corriente eléctrica circule entre ellos. La Tensión Eléctrica se representa con la letra “V” y tiene como unidad básica al Volt. El instrumento que la mide es el Voltímetro.

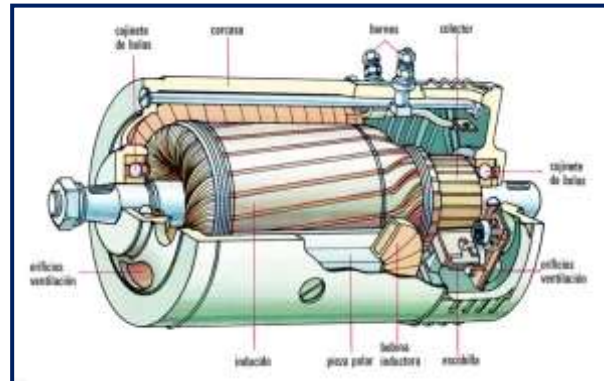


- k. Potencia Eléctrica: Cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. También la Potencia Eléctrica puede definirse, según lo indica la Norma N° 921 de la NFPA, como la velocidad a la cual se utiliza la energía eléctrica, velocidad se puede expresar en Watts.

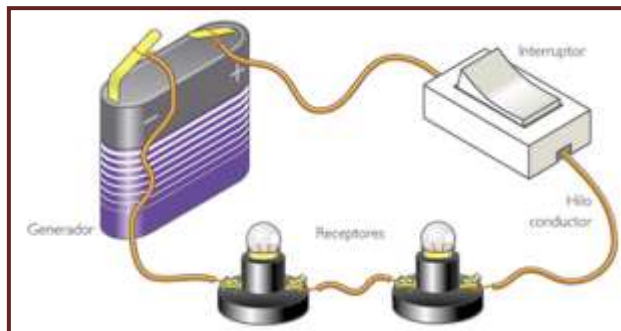
La Potencia Eléctrica se representa con la letra “P” y se relaciona con la Tensión Eléctrica (V) y la Intensidad de Corriente (I) a través de la fórmula: $P = V \cdot I$.



- l. **Generador Eléctrico:** Elemento que transforma otro tipo de energía (mecánica, eólica, solar, etc.) en energía eléctrica, la que por diferencia de potencial circula a través de un conductor hacia un circuito en donde realiza un trabajo (ilumina, calienta, mueve), para luego regresar por otro conductor hasta el generador, cerrando el circuito.



- m. **Circuito Eléctrico:** Interconexión de dos o más elementos eléctricos con la finalidad de obtener algún tipo de trabajo (luz, calor, movimiento, fuerza, etc.) De acuerdo a la distribución de dichos elementos puede ser: en serie, paralelo o mixto.

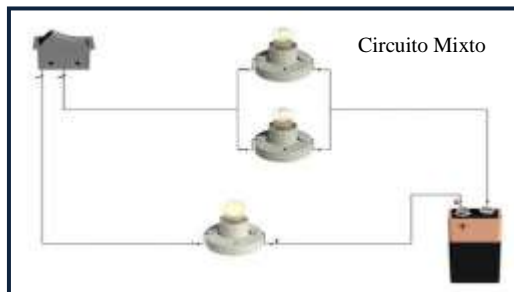
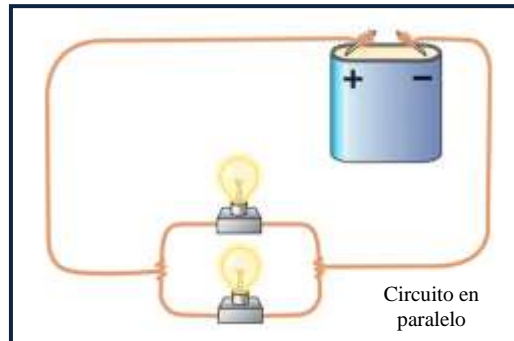


En el Circuito en Serie los elementos están instalados uno a continuación de otro, de forma que la corriente eléctrica circula primero por uno y luego inmediatamente por otro y así sucesivamente hasta cerrar el circuito. En este tipo de circuitos, la Intensidad de Corriente que

circula por todos los componentes de dicho circuito es la misma, en tanto que la Tensión Eléctrica total (Voltaje) resulta de la suma de las tensiones existente en cada uno de sus componentes.

Si en un circuito en serie se interrumpe la corriente en el conductor o en cualquiera de sus componentes, está también se verá interrumpida en todo el resto de componentes. Un ejemplo de circuito en serie lo constituye el juego de luces que se emplea para iluminar los árboles navideños.

En un Circuito en Paralelo, cada elemento constituyente del circuito está conectado independientemente a la fuente generadora de electricidad, lo que implica que la tensión en cada uno de ellos será la misma, en tanto que la...



...Intensidad de Corriente total del circuito resultará de la suma de las intensidades existentes en cada elemento del circuito. En este caso, si se interrumpe el paso de la corriente en cualquiera de los componentes del circuito, el resto (que no se encuentre en serie) seguirá funcionando. Un ejemplo de este tipo de circuito lo constituyen las instalaciones domiciliarias, comerciales, industriales y de automóviles.

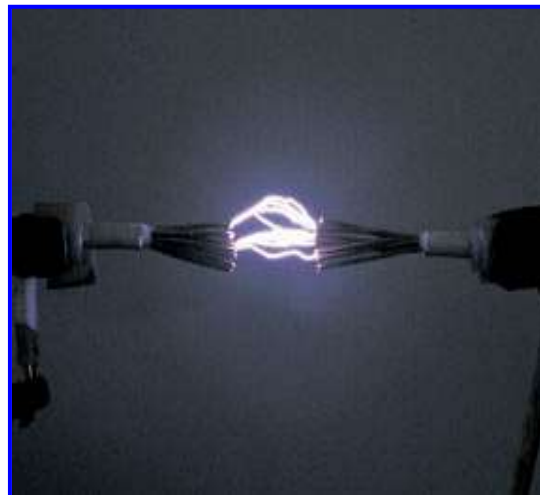
El Circuito Mixto es aquel que tiene componentes conectados en serie y en paralelo.

- n. Interruptor Eléctrico: Dispositivo que permite, a través de su accionamiento, cerrar o abrir un circuito eléctrico, permitiendo que por el circule o se interrumpa el paso de la corriente eléctrica.



- o. Arco Eléctrico: Descarga electro-luminosa de alta temperatura entre dos conductores que no se tocan. También, es producido por la electricidad estática a través de una carga estacionaria que se acumula en algunos objetos, principalmente por roce en una atmósfera seca.

En algunos casos un arco eléctrico puede producirse por medio de pequeñas descargas que se generan cuando se abre un circuito eléctrico o cuando se produce una falla de tierra o cortocircuito.



- p. Cortocircuito: Fallo en un aparato o línea eléctrica por el cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor activo o fase al neutro o tierra produciendo un aumento repentino de la temperatura del conductor.



2. Sistemas eléctricos.

Un sistema eléctrico puede estar alimentado por corriente continua o corriente alterna.

a. Sistemas eléctricos de corriente continua

Este sistema es utilizado principalmente para alimentar los diversos componentes eléctricos de un vehículo motorizado, cuya fuente de energía es una batería que entrega una tensión de 12 o 24 Volt, en donde el polo positivo está conectado al borne “+” de dicha batería y el borne (-) al chasis del vehículo.



Es importante destacar que actualmente un vehículo motorizado puede tener más de una batería, que alimentan a más de un circuito: cierres centralizados, airbag independientes, motor de partida, etc.

b. Sistema eléctrico de corriente alterna

Dependiendo la utilidad que tenga la instalación eléctrica, ya sea en una casa habitación, bodega, fábrica, industria, taller mecánico, etc. esta se encontrará conectada a la red pública de corriente alterna monofásica de 220 Volt o trifásica de 380 Volt.

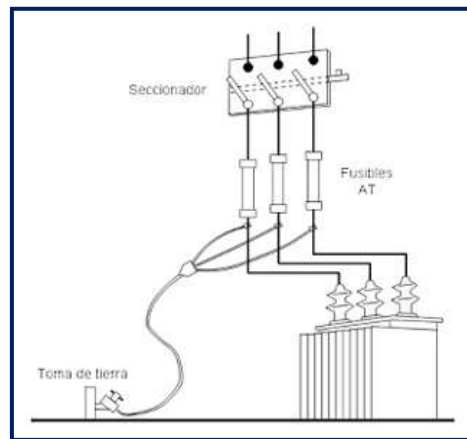
- Sistema Monofásico

Es un sistema que se utiliza la mayoría de las casas residenciales o comerciales en que la energía eléctrica requerida no es superior a 220 Volt, la que es transportada a través de tres cables o conductores: “Fase”, de color rojo, “Neutro” de color blanco y “Tierra” de color verde.

En este caso, la Tensión o voltaje entre la Fase y el Neutro es de 220 Volt; entre Fase y Tierra, también 220 Volt y entre Neutro y Tierra es 0 Volt.

- Sistema Trifásico

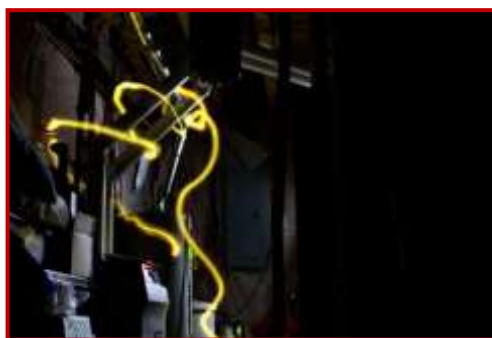
Es utilizado en instalaciones industriales y edificios de gran tamaño. Posee tres fases y un neutro a las que se agrega una tierra de protección en los puntos de consumo.



En el Sistema Trifásico, la Tensión o voltaje entre cualquiera de las tres fases es de 380 Volt, y entre cualquiera de las fases y el neutro de 220 Volt. Por convención se ha establecido como código de colores que las fases sean rojo, negro y azul; y blanco neutro, aunque en muchos casos, en motores y maquinarias importadas este código podría ser diferente.

3. Peligros que presenta la electricidad y lesiones que produce en el cuerpo humano.

Actualmente la electricidad, expresada como corriente eléctrica, es una de las mayores fuentes de energía existente en el mundo, la que es empleada principalmente para la iluminación y funcionamiento de electrodomésticos, computadores, maquinarias, etc., siendo su transporte y utilización bastante segura, pero no por ello



exenta de riesgos ante una mala manipulación o instalación defectuosa, pasando con ello a constituirse en un arma mortal para quien toma accidentalmente contacto con ella, esto debido a que la piel, y la mayoría de los componentes del cuerpo, constituyen un elemento que ofrece muy poca resistencia a su paso, generando de acuerdo a su intensidad quemaduras que incluso pueden llegar a la carbonización.



Así entonces, el principal peligro que presenta la corriente eléctrica para el ser humano se deriva del contacto que pueda tener con ella, ya sea a través de conductores mal aislados; elementos de distribución desprotegidos; interruptores, enchufes, conectores defectuosos; partes metálicas de dispositivos eléctricos desprotegidos, etc., produciéndose un choque eléctrico (paso de la corriente a través de los órganos del cuerpo) o un arco eléctrico (descarga de alta temperatura).

La consecuencia de cada uno de los peligros antes mencionados depende de la probabilidad de que este se manifieste. Por ejemplo: el estar cerca de un cable energizado implica un alto riesgo de electrocución, el estar lejos implica un bajo riesgo. Si el cable lleva alta tensión el riesgo es alto, si lleva baja tensión el riesgo es bajo. Si la aislación es adecuada el riesgo es bajo, sin protección el riesgo es alto.

Dependiendo de la intensidad de corriente y de la tensión a que por contacto este expuesta una persona, esta puede sufrir:

- a. Paro cardíaco: Se produce cuando la corriente eléctrica pasa por el corazón provocando una brusca detención del corazón, lo que impedirá el “bombeo” de sangre a los diferentes órganos componentes del cuerpo.
- b. Asfixia: Provocada por la detención del sistema respiratorio (disfunción de los músculos pulmonares con la consiguiente detención de la respiración) producto del paso de la corriente eléctrica a través del tórax
- c. Tetanización: Contracción repetida de un músculo a una frecuencia, por encima de la frecuencia de la fusión tetánica, debida a la estimulación del mismo o del nervio correspondiente, no permitiendo la relajación entre las distintas contracciones.

- d. Fibrilación ventricular: Contracción o temblor incontrolable de fibras musculares (fibrillas). Durante la fibrilación ventricular, la sangre no se bombea desde el corazón, lo que da como resultado la muerte cardíaca súbita. La fibrilación ventricular se produce cuando por el corazón pasa una intensidad de corriente del orden de los 10 mA y cuando el contacto eléctrico tiene una duración superior a 0.15 segundos.



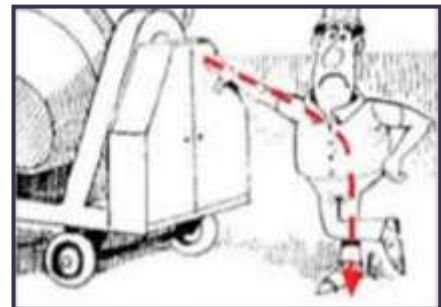
- e. Quemaduras: Pueden ser internas o externas y en la mayoría de los casos más graves que otro tipo de quemaduras o de lo que aparentan en la superficie, esto debido a que la corriente pasa a través del cuerpo destruyendo músculos, nervios y vasos sanguíneos, mientras que la piel no se ve afectada, debido a su mayor resistencia.



- f. Otras lesiones asociadas: Tales como destrucción de la piel en la zona de contacto; músculos, articulaciones, huesos destruidos; parálisis, disfunción y contracturas permanentes; dificultades auditivas, visuales, etc.
- g. Lesiones indirectas: Las que no son un producto directo del contacto con la corriente eléctrica, sino que debido a situaciones que afectan al lesionado, tales como caídas a nivel y en desnivel, golpes, choques con elementos punzantes o cortantes, etc., lo que puede producir desde lesiones simples a heridas graves o, fracturas cerradas o abiertas.

4. Accidentes eléctricos

Los accidentes de tipo eléctrico que pueden producirse en una instalación se deben principalmente a una falla eléctrica, cortocircuito, falla a masa, falla entre fases, sobrecarga, punto caliente o pérdida de neutro.



- a. Fallas eléctricas: Es el contacto accidental entre dos hilos conductores que no deberían tocarse en un circuito eléctrico. Este accidente ocurre generalmente por falla de los aislamientos de los conductores.
- b. Cortocircuito: Tal como se definió en el punto 1, letra “p” de esta Guía, se trata de una falla en un aparato o línea eléctrica por el cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor activo o fase al neutro o tierra; vale decir, se produce una circulación de corriente entre la fase —que tiene la tensión— y el neutro —que no tiene tensión y hace las veces de retorno—, sin pasar por un dispositivo que produzca consumo (ampolleta, motor, estufa, etc.) y que tenga la suficiente resistencia para impedir que por el conductor circule mucha corriente



El paso de corriente entre la fase y el neutro sin resistencia de por medio produce alta luminosidad y temperatura, pudiendo provocar incendios y/o lesiones a la piel o a la vista.

Contra este accidente protegen los fusibles y la parte magnética de los interruptores automáticos (o interruptores magneto-térmicos).

- c. Falla a masa: Este accidente consiste en una falla eléctrica en que la fase que tiene la tensión, hace contacto con una parte estructural de máquinas o artefactos que no deben tener tensión eléctrica.



Esta falla puede provocar graves lesiones en las personas que accidentalmente hagan contacto con la parte estructural electrificada. Producen además, chispas y/o arcos que son causa de incendios.



Se produce principalmente por la rotura de las aislaciones de conductores o por la presencia de elementos que rompen el aislamiento. Contra este tipo de accidente protegen los interruptores diferenciales y las líneas puestas a tierra (Tierra de protección, hilo verde).

- d. Falla entre fases: Se trata de una falla eléctrica que se produce al entrar en contacto dos fases. Al igual que para los cortocircuitos, contra este accidente protegen los fusibles y la parte magnética de los interruptores automáticos.

- e. Sobrecarga: Este accidente se produce cuando por un circuito circula una intensidad de corriente superior a la que resiste dicho circuito, de acuerdo a su diseño (sección de los conductores, tipo y grosor del aislamiento, conexiones, etc.).



Esto sucede al utilizar o sobrecargar un circuito eléctrico con muchos aparatos, provocando la circulación de una gran cantidad de corriente, lo que lleva asociado un aumento de temperatura,

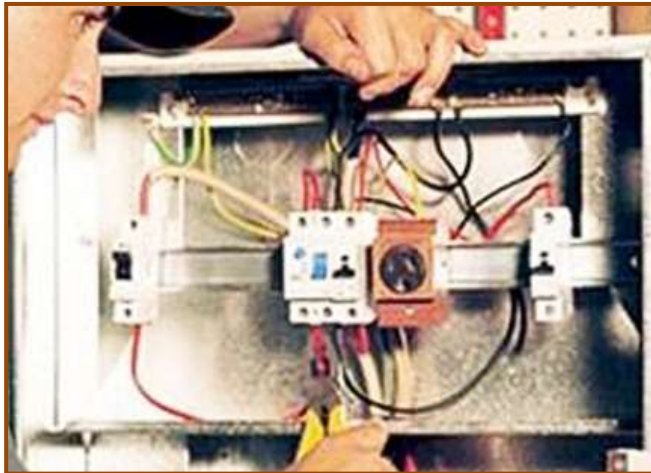
dañando aislaciones y conexiones, generando cortocircuitos o incendios. Contra este accidente protegen los fusibles y la parte térmica de los interruptores automáticos.

- f. Punto Caliente: Es similar al accidente anterior, en el sentido de que una sobrecarga puede producir puntos calientes. Sin embargo, un Punto Caliente también puede ocurrir en un circuito por el que circula una corriente adecuada, pero que debido a la antigüedad de sus componentes o uniones mal efectuadas, comienza a emitir calor.



- g. Pérdida del neutro: Si el neutro se desconecta, los dispositivos no funcionarán, debido a que no circulará corriente y dará la falsa sensación de que no hay peligro. Esta falla además, puede provocar funcionamientos anómalos en instalaciones trifásicas, alterando el valor de tensión que reciben los dispositivos.

5. Protección contra accidentes eléctricos



Con el fin de proteger una instalación eléctrica de los accidentes eléctricos mencionados en el punto anterior, principalmente cortocircuitos, fallas a masa, entre fases, sobre carga o recalentamiento de conductores, etc., los que generalmente traen el peligro de causar un incendio, se instalan en determinados puntos del circuito ciertos dispositivos que permiten que por ellos circule sólo

determinada cantidad de corriente eléctrica.

Dichos dispositivos, instalados en estructuras residenciales e industriales pueden ser del tipo “fusibles” Edison desechables (conocidos como “tapones”) o disyuntores (conocidos como automáticos, ya sea monofásicos o trifásicos) los que actúan en dos rangos: uno de corriente nominal y otro de interrupción de corriente.



Los fusibles tipo Edison están diseñados para que una vez que actúen por sobrecarga se quemen. Lamentablemente en Chile, una vez que se queman, son reparados realizando un puente entre sus contactos con filamentos de cobre obtenidos de un trozo de cable del mismo material.



El mayor problema de la acción anterior (que en muchas ocasiones es reparado con innumerables “pelitos de cobre”) es que aumenta la capacidad de ruptura del puente muy por encima de la ruptura de diseño del fusible, logrando que la intensidad de corriente que circula por la instalación este también muy por encima de la capacidad de conductividad de los conductores de dicha instalación.

Un dato empírico indica que un “pelito de cobre” es capaz de soportar 2 amperes de corriente alterna en 220 Volt. Ahora bien, si el fusible es puentado con 40 pelos de cobre, estos no se romperán por sobrecarga, primero se quemaran los conductores de la instalación, superados por el paso excesivo de corriente a través de ellos.

En el caso de los disyuntores, sean estos residenciales o industriales, el mecanismo de funcionamiento es de tipo magneto – térmico. El elemento térmico, generalmente un bimetálico, protege al circuito contra sobrecargas en el sistema, y magnético contra fallos de tierra y cortocircuitos.

Es importante señalar que los conductores poseen un aislante, que evita que la corriente escape por rutas no deseadas, siendo este PVC, goma u otros materiales. Dicho aislante se fabrica en varios colores para identificar usos específicos; por ejemplo en Chile, ya se ha indicado, el cable verde es usado para identificar la toma tierra, el rojo, negro y azul para identificar fases, y el blanco para identificar el neutro. En todo caso, en muchas ocasiones los instaladores eléctricos no respetan los códigos de colores.



6. Corte de energía eléctrica



En todo circuito que suministra energía eléctrica, ya sea a una casa habitación, empresa, industria, local comercial, etc., antes de llegar esta a los componentes de dicho circuito, debe pasar por ciertos dispositivos que permiten mediante el accionar de un “switch” abrir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica hasta dichos componentes.

Los dispositivos que permiten dar paso o interrumpir la corriente eléctrica son, desde la red de distribución pública hasta el interior de la edificación: Empalme; Medidor de energía; Tablero de distribución: fusibles, automáticos, diferenciales e interruptores.

a. Empalme

“Se define como empalme eléctrico a la conexión de un sistema eléctrico interior a la red pública, los que deben ser proyectados y construidos de acuerdo a la reglamentación vigente” Manual de empalmes eléctricos de baja tensión, Chilectra, Noviembre 2007.



Un empalme puede ser aéreo o subterráneo; monofásico o trifásico, tradicional o con concentrador de medida.

El Reglamento de la Ley General de Servicio Eléctricos, Decreto Supremo N° 327, del Ministerio de Minería, publicado en el Diario Oficial del 10 de septiembre de 1998, establece en su Artículo N° 112, que “*Los empalmes deberán ser construidos por los concesionarios (empresas que efectúan el servicio público de distribución de la energía eléctrica). No obstante, ellos podrán ser construidos por los clientes de acuerdo a las normas, especificaciones y procedimientos que fije la Superintendencia (de electricidad y combustibles) o el Ministerio (de Minería), según corresponda. En todo caso, la conexión del empalme a la red del concesionario sólo podrá ser efectuada por este*”.



Lo anterior implica, que la operación de corte y paso de la corriente eléctrica, asistencia y asesoría técnica en el empalme y hasta el medidor de energía le corresponde a la Empresa de Distribución Eléctrica, desde ahí y hasta la instalación interna, es obligación de cada cliente.

Por lo tanto, ante un incendio estructural en que se requiera la interrupción del suministro eléctrico desde el empalme, será la empresa distribuidora quien deberá efectuar la operación.

b. Medidor de energía

Como su nombre lo indica un medidor de energía es un aparato que se utiliza para medir el consumo de electricidad en casas, departamentos, locales comerciales, fábricas, industrias, etc.

Estos dispositivos, que generalmente se encuentran instalados en el frontis de una edificación, en un lugar visible que pueda ser controlado por operadores de la Empresa distribuidora de electricidad, poseen un interruptor que permite interrumpir el paso de la energía que viene del empalme y que va hacia el tablero de distribución que se encuentra dentro de la vivienda, empresa o local comercial.



Los medidores de energía antiguos tienen fusibles que se deben retirar completamente para cortar el paso de la corriente eléctrica, en tanto que los medidores nuevos, poseen interruptores magneto – térmicos con tecla a la vista, la que al accionarse interrumpe el paso de la corriente.

c. Tablero de distribución

Es un gabinete en el que se concentran los dispositivos de conexión, distribución, seguridad y maniobra que permite el buen funcionamiento de una instalación eléctrica.

La corriente eléctrica llega al tablero de distribución desde el medidor de energía, la que por medio de uno o varios disyuntores o automáticos se deriva hacia diversas partes del circuito o instalación eléctrica



Como elementos de corte y suministro de electricidad, en un tablero es posible encontrar fusibles, disyuntores, diferenciales e interruptores.

- **Fusibles:** Ya definidos en el punto anterior, son piezas de loza con un centro metálico que actúa por el principio de fundimiento impidiendo el paso de corriente eléctrica ante los accidentes de sobrecarga y cortocircuitos. Pueden ser monofásicos o trifásicos. Al sacarlos se debe comenzar siempre con el que está a la derecha, para luego continuar con los demás.



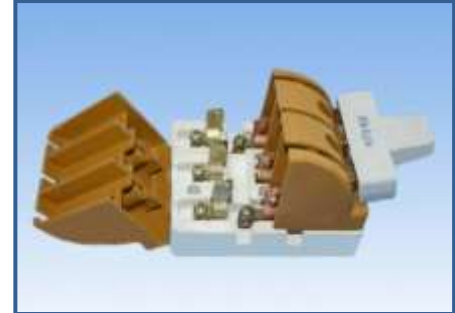
- **Interruptores magneto térmicos:** También ya definidos actúan por magnetismo para proteger de cortocircuito y por temperatura para proteger de sobrecarga. Pueden ser monofásicos o trifásicos y tienen una capacidad de circulación de corriente indicada con un número impreso sobre su tecla. La tecla arriba indica circuito cerrado, o sea paso de corriente eléctrica, y la tecla abajo indica circuito abierto, vale decir, no hay paso de corriente eléctrica. Estos interruptores sólo se usan en la fase, por lo que resultan más seguros que los fusibles ya que con estos dispositivos se tiene la certeza de que se corta la fase y no queda tensión en el circuito.



- **Interruptores diferenciales:** corresponde a sistemas de protección que actúan por el principio de diferencia de corriente entre la fase y el neutro a fin de proteger a las personas de fallas a tierra. Una vez operados es imposible reanudar el suministro eléctrico mientras no se solucione el accidente causante.



- Interruptores manuales de cuchillo: Son aparatos manuales para abrir o interrumpir el paso de corriente eléctrica por un circuito. Generalmente van junto con fusibles o automáticos. El operarlos en sistemas con energía implica el riesgo de arcos eléctricos con gran desprendimiento de calor y luz.



Recomendaciones:

- Durante una emergencia bomberil, al cortar el paso de la corriente eléctrica, en cualquiera de los dispositivos mencionados anteriormente, incluido el medidor de energía, es conveniente dejar a un Bombero junto a dicho dispositivo, cuidando que nadie vuelva a accionar la tecla que de paso a la corriente.
- Muchos edificios tienen generadores de respaldo que actúan automáticamente y pueden re-energizar el circuito recién cortado. Consulte por el circuito que alimenta dicho generador al conserje.
- Ante la necesidad de interrumpir el paso de la energía eléctrica considerar lo siguiente: Esperar la orden – Evacuar (principalmente a las personas que usan lentes de contacto) – Quien efectuará la acción debe estar seco y con su equipo de protección personal completo – La interrupción de la energía debe hacerse de menor a mayor, es decir, de adentro hacia afuera – En los tableros de distribución las teclas con número impreso deben ir hacia abajo – En el caso de los fusibles, estos deben ser retirados completamente, comenzando por el de la derecha.
- En caso de necesitar cortar los alambres, se debe usar alicate con aislamiento eléctrico y cortar el rojo (o azul o negro), después el blanco y si se debe retirar el implemento que está siendo desconectado, hay que cortar el verde. Si este no será retirado, no cortar el verde. Los alambres se doblan sobre sí mismos y se les pone huincha aisladora.



7. Algunas preguntas relativas a la electricidad y sus respuestas

- a. ¿Cómo llega la energía eléctrica desde la planta generadora a las instalaciones ya sea habitacionales, comerciales o industriales?

Respuesta: La planta generadora envía 3 fases de alta tensión a través de torres que llevan la energía hasta subestaciones. Estas reciben la alta tensión y envían media tensión a través de postes, en 3 alambres horizontales, hasta transformadores. Ahí, los transformadores

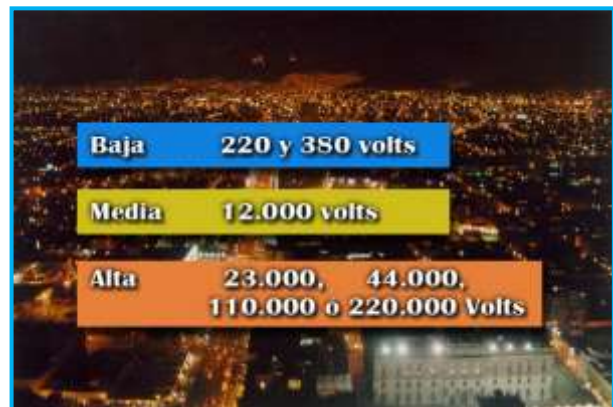


reciben la media tensión y la transforman a baja tensión, la que es transportada por 3, 4 o 5 alambres posicionados verticalmente hasta los consumidores. Los dispositivos a emplear por los consumidores pueden ser trifásicos o monofásicos.

Es importante mencionar que: a) También se llaman subestaciones a las que transforman la tensión continua para el tren o el metro, b) También se usa distribución y transformadores subterráneos para convertir de media a baja tensión y c) las empresas distribuidoras de electricidad agregan un alambre de neutro, el cual está unido a tierra, para proporcionar el retorno.

- b. ¿De qué tensión se habla cuando se refiere a baja, media y alta tensión?

Respuesta: La baja tensión corresponde a 220 y 380 Volts; la media tensión a 12.000, 13.000 y 23.000 volts y la alta tensión a 44.000 hasta 500.000 Volts.



- c. ¿A qué se llama acometida eléctrica?

Respuesta: A la derivación desde la red pública de la empresa de distribución hacia la edificación en donde se hará uso de la energía eléctrica (usuario). No se deben confundir las acometidas eléctricas con las de TV cable o Teléfono; las primeras van en la parte superior del poste, en tanto que las de TV y teléfono más abajo. Las acometidas eléctricas llegan hasta el medidor y las de TV o telefonía ingresan por otro sector.



- d. ¿Cómo puede ser la acometida?

Respuesta: Puede ser con fase y neutro en cables independientes (neutro arriba, fase abajo) o concéntrica (neutro cableado exterior, fase al centro).

- e. ¿Qué código de colores se utilizan al interior de una edificación?

Respuesta: Fase: Rojo, azul y negro; Neutro: Blanco y Tierra: Verde

- f. ¿Qué clase de fuego es el eléctrico?

Respuesta: De acuerdo a la Norma Chilena N° 934, un fuego eléctrico corresponde a la Clase C.



- g. ¿Cómo se extingue un fuego que involucra electricidad?



Respuesta: Todo elemento electrificado que se encuentre ardiendo, cables, enchufes, interruptores, tableros, medidores de energía, disyuntores, etc., involucran a su vez fuegos A. Si bien el agua pura no conduce la electricidad (si los minerales disueltos en ella) no se debe emplear este elemento para la extinción de este tipo de fuego por los peligros que conlleva, sí se empleará polvo químico seco (extintores PQS para fuegos A, B, C), para luego, una vez que se tenga la seguridad de la interrupción de la energía eléctrica utilizar agua. Siempre se debe verificar hasta qué voltaje es aislante el PQS del extintor, ya que muchos de ellos pueden ser conductores en media y alta tensión. Además, es importante esperar, en lo posible, la presencia de la empresa distribuidora de electricidad, o de los encargados de la instalación, antes de efectuar los

procedimientos de extinción. Mientras se espera, evitar la propagación del incendio y respetar en todo momento las distancias de seguridad ante equipos energizados para así evitar recibir descargas por arco eléctrico.

- h. ¿Cuándo se puede utilizar agua para extinguir un fuego que involucra electricidad?

Respuesta: Nunca. Cuando la Compañía distribuidora eléctrica lo indique, se pueden apagar con agua pulverizada los equipos que se queman, tales como transformadores, interruptores, cables y similares. Esto por la ausencia de energía eléctrica.

- i. ¿Cuándo se puede emplear espuma para extinguir un fuego que involucra electricidad?

Respuesta: Nunca, debido a que la espuma contiene agua, lo que hace que esta sea conductora de la electricidad.

- j. ¿Qué peligros conlleva el ingresar a una cámara subterránea?

Respuesta: Electrocutación, asfixia, intoxicación, quemaduras

- k. ¿Qué hacer en accidentes eléctricos producidos en el Metro o en ferrocarriles?

Respuesta: Ambos medios funcionan con corriente continua. El Metro funciona con 750 volts. Antes de cualquier acción o procedimiento se debe esperar instrucciones del personal técnico de ambas empresas.

- l. ¿Qué es un Ballast?

Respuesta: Es un transformador que usan los equipos fluorescentes



- m. ¿Cómo se detecta que un ballast se está quemando?

Respuesta: El fluorescente no enciende generándose, en algunos casos un olor desagradable



Bomberilmente, muchas veces estos accidentes eléctricos son despachados como 10-6 (accidente con gases combustibles), pues quienes dan la alarma a Bomberos informan la detección un olor desagradable no determinado en un lugar. Llegado al lugar, Bomberos usando un TIF 8000 (detector de presencia de gas inflamable) o un detector de CO₂ (monóxido de carbono) acercándolo al equipo fluorescente cuestionado podrá determinar si se trata de un ballast que se está quemando.

Una vez ubicado el ballast defectuoso, se le debe extraer del circuito. La solución más simple es "apagando el interruptor", considerando que en muchas oficinas o talleres un interruptor enciende varios tubos fluorescentes. Si fuese necesario, se puede desprender el equipo fluorescente y cortar el alambre rojo (o azul o negro) con un alicate aislado lo más cerca del equipo. Luego, el conductor rojo que viene del circuito se debe doblar sobre sí mismo, para luego protegerlo con huincha aisladora.

Si es necesario y/o conveniente retirar todo el equipo, además del procedimiento indicado anteriormente, se debe cortar el alambre blanco, el que también se aislará con huincha, luego de doblarlo sobre sí mismo. Una vez realizada toda la acción, se reconecta el interruptor y para que el resto de los fluorescentes enciendan normalmente.

- n. ¿Cómo salir de un subterráneo en que el agua hizo contacto con un artefacto energizado eléctricamente?

Respuesta: Solicitar urgente corte de la energía eléctrica. Mientras no se haya cortado, lo ideal es quedarse quietos. Se puede intentar salir dando pasos cortos, sin tocar ningún pasamanos o a otra persona. Se puede ayudar usando guantes de goma aislados.



- o. ¿Cómo rescatar a un pitonero que está sufriendo una descarga eléctrica?

Respuesta: Si el pitonero está en la calle o en un plano, hay que empujarlo con un golpe hasta que el chorro pierda el contacto con la corriente. Si el pitonero se encuentra en una posición complicada, como en una escala o en un techo, hay que cortar el agua, ya sea con guantes de goma o con el pie con bota de goma.

- p. ¿Cómo apagar un incendio al interior de una cámara subterránea?

Respuesta: Emplear polvo químico seco, PQS, para fuegos clase C. Si se trata de un fuego masivo y no se puede usar PQS, solicitar a la empresa distribuidora de electricidad que corte la energía y conecte a tierra las tres fases. Luego, verificar con el bastón detector que no hay electricidad y utilizar un pitón para electricidad. El pitonero debe utilizar con guantes de goma. El sector debe ser aislado, incluyendo el carro bomba, finalmente dejar que el vapor apague el fuego. Recordar que el agua se expande 1.700 veces al vaporizarse. Si se enfría bruscamente, el vapor se contraerá 1.700 veces y el aire entrante revivirá el fuego en forma violenta.



- q. ¿Qué herramientas debe emplear Bomberos para emergencias que involucre electricidad?

Respuesta Para trabajo de corte o movimiento de alambres, deben emplearse herramientas especiales. De usarse en media tensión se debe verificar que cada una de ellas esté especificada para esa tensión. Las principales herramientas son: Escalas aisladas; Pértigas; Cortantes aislados (napoleón); Guantes aisladores y Pitones para electricidad, guantes de goma, recordando que el operador debe encontrarse con equipo de protección personal completo.

- r. ¿Cómo se deben cortar los alambre electrificados de la red pública?

Respuesta: a) En las acometidas normales, se cortan en el poste desde el alambre que está más abajo; cada chicote se va dejando más largo que el anterior. B) En las acometidas concéntricas, si no se logra cortar previamente el chicote del neutro, no se pueden cortar y c) En el caso de alambres colgando, se deben mover con pértigas o sujetar con ellas mientras se cortan. En todos los casos, al momento de cortar no se debe mirar, debido al arco eléctrico que se produce.

VI. Actividades de aprendizaje

Desarrolle las siguientes actividades, cuya ejecución le ayudarán a alcanzar los objetivos del módulo.

1. Considerando la fotografía adjunta, responda las siguientes preguntas:



- ¿Qué transportan los tres cables, ordenados de arriba hacia abajo, de la parte superior del poste?
- ¿A qué corresponden los dos cables que salen de la parte superior del poste y van hacia la izquierda?
- ¿Y el cable único que va hacia la derecha?
- En la parte inferior del poste hay varios cables ¿A que corresponden?

2. Desarrolle las siguientes actividades:

- Observe y fotografíe el empalme y acometida del sistema eléctrico que alimenta su casa o departamento. Imprima dicha fotografía e identifique cada cable del sistema.
- Ubique el medidor de energía y el tablero de distribución. Esquematícelo e indique que representa cada interruptor.

3. Complete el siguiente cuadro:

| Magnitud | Instrumento de medida | Unidades de medida |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| Intensidad de Corriente | | |
| Tensión | | |
| Resistencia Eléctrica | | |
| Potencia Eléctrica | | |



VII. Evaluación Formativa

Responda las siguientes preguntas, marcando la alternativa correcta. Luego compare dichas respuestas con las claves que aparecen al final de la evaluación. Súmelas, si obtiene menos de 8 respuestas correctas, deberá reestudiar todos materiales de este módulo.

1. La definición “Movimiento de las cargas eléctricas a través de un material” corresponde a:
 - a. Intensidad de Corriente Eléctrica.
 - b. Corriente Eléctrica.
 - c. Electricidad.
 - d. Conductividad Eléctrica.

2. El Amper es una unidad de medida que se utiliza para expresar:
 - a. Tensión Eléctrica.
 - b. Resistencia Eléctrica.
 - c. Intensidad de Corriente.
 - d. Potencia Eléctrica.

3. Un cortocircuito es:
 - a. Un fallo en un aparato o línea eléctrica por la cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor activo o fase al neutro o tierra.
 - b. Una descarga electro – luminosa de alta temperatura entre dos conductores que no se tocan.
 - c. Una falla eléctrica en que la fase que tiene tensión hace contacto con una parte estructural que no tiene tensión eléctrica.
 - d. Un accidente eléctrico producido cuando por un circuito circula una intensidad de corriente superior al que resiste dicho circuito.



4. En el sistema trifásico, la Tensión entre cualquiera de las tres fases es de:
 - a. 220 Volt.
 - b. 380 Volt.
 - c. En algunos casos 220 volt y en otros 380 Volt, dependiendo del consumo.
 - d. Dependerá del consumo que el cliente requiera.

5. Dependiendo de la intensidad de corriente y de la tensión a que por contacto esté expuesta una persona, esta puede sufrir:
 - a. Asfixia.
 - b. Paro cardíaco.
 - c. Tetanización.
 - d. Todas las anteriores.

6. El mecanismo de funcionamiento de los disyuntores es en base a un:
 - a. Filamento que al actuar por sobre carga se quema.
 - b. Sistema magneto – térmico.
 - c. Interruptor electrónico que detecta sobrecargas.
 - d. Micro chips que actúa por sobrecargas en el sistema, fallos de tierra y cortocircuitos.

7. El código de colores utilizado en Chile establece que el aislante del cable que identifica al “neutro” debe ser:
 - a. Blanco
 - b. Verde
 - c. Negro
 - d. Para el neutro no importa el color.



8. Por definición, se llama empalme a la conexión eléctrica entre el...
- ... Medidor de energía y el Tablero de Distribución.
 - ... El tablero de distribución y la red pública de distribución.
 - ... Sistema eléctrico interior y la red pública de distribución.
 - ... Poste de alumbrado público y todos y cada uno de los dispositivos que el sistema eléctrico del usuario establezca.
9. Respecto de la forma en que llega la energía eléctrica desde una planta distribuidora hasta los hogares, locales comerciales, industria, etc., es **INCORRECTO** decir que:
- La planta generadores envía 3 fases de alta tensión a través de torres que llevan la energía a las sub estaciones.
 - Las sub estaciones reciben alta tensión y envían media tensión a través de postes, en tres alambres horizontales, hasta transformadores.
 - Los transformadores, reciben la media tensión y generan baja tensión.
 - Los transformadores, transportan la energía de baja tensión a través de dos cables posicionados verticalmente, uno de fase y otro neutro.
10. Una acometida puede ser con:
- Un cable que lleve fase y neutro.
 - Dos cables: fase y tierra.
 - Tres cables: fase, neutro y tierra.
 - Cuatro cables: fase, fase, neutro y tierra.



Respuestas correctas a la evaluación formativa

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1) | b | 6) | b |
| 2) | c | 7) | a |
| 3) | a | 8) | c |
| 4) | b | 9) | d |
| 5) | d | 10) | a |

Si obtuvo menos de 8 respuestas correctas, **deberá reestudiar todos materiales de este módulo**



Bibliografía:

- Video Instruccional Electricidad, Curso Básico, EFB, Instructores Sergio Ségeur Arias y Sergio Albornoz Godoy, 4ª Compañía, CBS.
- Apuntes curso Electricidad, Curso Básico, EFB, Instructores Sergio Ségeur Arias y Sergio Albornoz Godoy, 4ª Compañía, CBS.
- Guía de Estudio Personalizado, Curso Investigación de Incendios Nivel II, Escuela de Bomberos de Santiago.

Textos: Victor C. Arias de la Fuente, Departamento de Desarrollo Académico, Escuela de Bomberos de Santiago, Voluntario de la 16ª Compañía, CBS.

Revisión Técnica Primera Edición 2012: Maximiliano Jiménez Cortés, 3ª Compañía, CBS.

Segunda Edición 2016: Sin cambios respecto de la primera.

Gráfica:

Jaime Cannobbio de la Fuente – Pro-Video

Diseño y desarrollo de esta Guía de Estudio

Victor C. Arias de la Fuente, Instructor, Departamento de Desarrollo Académico, Escuela de Bomberos de Santiago, Voluntario de la 16ª Compañía, CBS.

Enero – 2017